



Estudio sobre la clasificación de la eficiencia energética de los tractores agrícolas

M. Suárez¹, R. Romero¹

¹ ETSIAM (UCLM), Paseo de los Estudiantes, s/n, 02071, Albacete, España; mariano.suarez@uclm.es

Resumen: Eficiencia Energética consiste en optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y el servicio final obtenido, por medio de la implementación de medidas a niveles tecnológicos y de gestión. Desde el pasado hasta la actualidad, se han considerado distintos métodos para definir los términos de eficiencia energética en los tractores. En este documento se consideran las variaciones de clasificación que se producen en una muestra de tractores con distintos posibles métodos de clasificación, comparándolos entre ellos y estudiando las consideraciones que tienen dichos ensayos para ser usados en clasificación energética de tractores. Estos sistemas de clasificación son obtenidos de los sistemas de determinación de características de los tractores que se basan en el estudio de los códigos de ensayo de tractores de la OCDE. La clasificación de un método alternativo es comparada con respecto a las clasificaciones de eficiencia energética de tractores que se pueden justificar por el uso de los datos del ensayo de tractores de la OCDE, considerando la robustez de la estabilidad del ensayo a la barra.

Palabras clave: ensayo, toma de fuerza, potencia a la barra, tracción

1. Introducción

Eficiencia Energética consiste en optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y el servicio final obtenido por medio de la implementación de medidas a niveles tecnológicos y de gestión.

El parámetro que más convenientemente define la eficiencia energética en los tractores agrícolas es el consumo específico. El consumo específico indica la capacidad que tiene un motor para transformar la energía química de un combustible en energía mecánica, y se expresa como la cantidad de combustible que hay que consumir (en gramos) para obtener una determinada potencia (en kilovatios- kW) durante una hora (g/kWh), o lo que es equivalente, para obtener un trabajo (kJ).

En el funcionamiento del tractor hay diferentes tipos de causas que producen la alteración de la eficiencia energética del mismo, y por lo tanto del efectivo aprovechamiento de energía. Un conjunto de causas se debe a la tecnología propia de los motores de los tractores, los elementos y condiciones de los circuitos anexos a los motores, y la puesta a punto. Otro tipo de causas se fundamentan en la constitución del propio vehículo, entre las que se encuentran los elementos de la transmisión, los sistemas de rodadura, y la distribución de pesos. Un último tipo de causas se deben a las condiciones de funcionamiento del motor y del uso que se haga del tractor en las condiciones de suelo según tipologías y tamaños de los aperos.

Bajo estas perspectivas se muestra difícil conocer que grupos de tractores entre todos son los más eficientes. Ello se manifiesta más complicado cuando en ensayos realizados a tractores con relativas pocas horas de funcionamiento, no se aprecian valores exactamente coincidentes con los

realizados a los que son utilizados como referencia, según distintos estudios de ensayos de tractores en uso de determinados modelos.

Desde el pasado hasta la actualidad, se han considerado distintos métodos para definir los términos de eficiencia energética en los tractores.

Muchos de los sistemas se basan en el estudio de los códigos estándar de la OCDE [1] para los ensayos oficiales de prestaciones de los tractores agrícolas y forestales.

Según Márquez [2], el sistema DLG-PowerMix determina el consumo por medio de ensayos realizados sobre una pista de hormigón, utilizando un carro dinamométrico modificado, simulando los ciclos de trabajo para diferentes operaciones agrícolas durante distintos tiempos, considerando que la máquina es la adecuada a la potencia del tractor, y en el que se ha incorporado un torquímetro en la toma de fuerza y un tester de hidráulicos, para proporcionar las cargas que se corresponderían con los trabajos de los aperos.

Otros posibles sistemas basan su fundamento en el análisis de las características de los distintos elementos que constituyen un tractor.

Independientemente de las anteriores consideraciones, y en base a los datos de los ensayos de los códigos de la OCDE [1], se van a establecer algunos criterios sobre los distintos métodos que podrían arrojar información sobre una clasificación energética y la comparación entre las mismas.

2. Materiales y métodos

Unos de los problemas, que se suscitan en las metodologías de la clasificación de la eficiencia energética de tractores, es conocer qué muestra es representativa de la población de tractores, que consideración hay que valorar al ser un mercado en constante evolución, y que clasificación se proporciona a un tractor del que no se encuentran datos.

Estos problemas surgen entre otros cuando se van incorporando factores a las clasificaciones energéticas. De estos estudios se puede deducir, en gran medida, que el valor que los clasifica van a ser conforme al criterio de aquellos que lo valoran, cuanto en tanto otro valor u otro criterio y razonamiento podría ser tan válido como el admitido y justificado técnicamente.

2.1. Materiales

Con el objeto de poder procesar la información del objeto de este artículo, se procede al estudio de un reducido conjunto de tractores cuya potencia se encuentra en el intervalo de 90 a 140 kW sacados de las fichas de los mismos publicados en Agrotécnica [3].

La muestra de tractores está formada por los siguientes modelos:

Case IH puma 130, Case IH puma 145, Case IH puma 160, Case IH puma 170, Case IH puma 200 , Massey Ferguson 5465, Massey Ferguson 5475, Massey Ferguson 7619, Massey Ferguson 7620, Massey Ferguson 7622, New Holland 7624, New Holland 7.185, New Holland 7.200, New Holland 7.210, New Holland 7.220, New Holland 7.250.

2.2. Métodos

En este artículo y para hacerlo comprensible, se va a realizar una clasificación energética de tractores dividida en tres grupos: alta (A), común (B) y baja (C). Cada grupo está formado por los tractores que se encuentren dentro de las líneas de tendencias o regresión del Cs (consumo específico) respecto a la potencia (kW) de los tractores de la muestra y estableciendo unos márgenes inferiores y superiores del 3,5% respecto a la línea de regresión media (7% de intervalo total). Con una muestra tan pequeña no se ha estimado una tendencia exponencial como la propuesta por el IDAE [4], pero respetando los márgenes de la clasificación energética del IDAE [4].

2.2.1. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor por medio del mínimo consumo específico

Esta metodología considera que el parámetro que mejor define la eficiencia energética de los tractores es el mínimo consumo específico.

2.2.2. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor por medio del mínimo consumo específico aplicando correcciones debidas a las condiciones atmosféricas.

Otra clasificación se puede estimar corrigiendo las potencias y obteniendo valores de referencia en condiciones similares, por el hecho de que los tractores no hayan sido ensayados en las mismas condiciones atmosféricas. La norma UNE [5] proporciona los modelos de las correcciones a aplicar.

2.2.3. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos de las curvas características del tractor.

La clasificación energética se va a realizar en base a la determinación de un índice promediado expresado en g/kWh del ensayo del tractor en diversas condiciones de seis puntos que están distribuidos por toda la gama de posible funcionamiento del motor. Estos seis puntos se corresponden con:

Régimen nominal y potencia máxima producida a ese régimen (potencia nominal).

Zona de actuación del regulador a un régimen superior al nominal y potencia equivalente al 80% de la nominal.

Velocidad de giro del motor al 90% del régimen nominal y potencia igual al 80% de la potencia nominal.

Velocidad de giro del motor igual al 90% del régimen nominal y potencia equivalente al 40% de la potencia nominal.

Velocidad de giro del motor al 60% del régimen nominal y potencia igual al 60% de la potencia nominal.

Velocidad de giro del motor al 60% del régimen nominal y potencia igual al 40% de la potencia nominal.

2.2.4. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos estimados de las curvas características del tractor.

La clasificación se realiza en base a la estimación de los 6 puntos del motor del método anterior y que se determinan por medio de modelos obtenidos de las relaciones que se dan en los ensayos de construcción de las curvas características de los motores de los tractores cuando no se tiene el ensayo oficial a los 6 puntos según Gil [6].

2.2.5. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos estimados del tractor considerando la existencia de sistema de gestión usando valores del método 2.2.4.

Otra clasificación energética se puede establecer si se aplica la teoría de utilizar un índice corrector a los valores de la metodología 2.2.4 que poseen sistema de gestión según Gil [6].

2.2.6. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos del tractor considerando la existencia de sistema de gestión usando valores del método 2.2.3.

Otra clasificación energética se puede establecer si se aplica la teoría de utilizar un índice corrector a los valores de la metodología 2.2.3 en los tractores que poseen sistema de gestión según Gil [6].

2.2.7. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos estimados del tractor considerando la eficiencia de la transmisión.

Se realiza otra clasificación según el método 2.2.5 considerando una eficiencia media de la transmisión según Gil [6].

2.2.8. Eficiencia energética considerando el conjunto del tractor con valores obtenidos del ensayo a la barra

Se realiza una última clasificación estudiando el valor del consumo específico del ensayo a la barra estudiando la robustez del mismo proporcionado por los ensayos de los laboratorios de Nebraska [7].

En los boletines de ensayos del código 2 de la OCDE [1], hay un valor muy robusto sobre la eficiencia energética del tractor, concretado en el valor del consumo específico (C_s) en los ensayos a la tracción realizado a distintas marchas. Y siendo robusto, se pueden apreciar diferencias apreciables de su valor según los casos, indicativo de la sensibilidad del uso del C_s en el ensayo de tractores debido a la peculiaridad de las curvas de isoconsumo y las alteraciones que se producen en las condiciones de funcionamiento de los motores.

En teoría el valor de consumo específico en esta variedad de ensayos a la barra a distintas marchas, debería de coincidir con el del mismo régimen en el ensayo a la toma de fuerza, considerando que el "acelerador" se coloca en la posición máxima. Debido a la sensibilidad que se da en las curvas de isoconsumo, las alteraciones puntuales que se producen en los funcionamientos de los motores, así como las simplificaciones que en ocasiones se realizan (despreciar la existencia de los rendimientos de transmisión en la toma de fuerza, entre otros), hace que los valores no confronten. Ahora bien, el valor referido puede ser determinante para realizar otro modelo de clasificación energética, o bien para considerarlo como coeficiente en una clasificación energética, pues ofrece la ventaja de ser obtenido considerando al tractor como un conjunto en el que se valoran distribución de pesos, dimensiones de los sistemas de rodadura y transferencias de carga, incluidos otros factores por ser un ensayo realizado con las características de diseño del tractor.

3. Resultados y discusión

Los resultados de aplicar estos métodos se proporcionan en los siguientes apartados.

El número de orden de los tractores de las siguientes tablas se corresponden con la mayor eficiencia energética y que coinciden con los menores consumos específicos según el método aplicado, de tal forma que el 1º es el más bajo y el 16º el más alto.

3.1 Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor por medio del mínimo consumo específico

La clasificación energética considerando la eficiencia del motor por medio del mínimo consumo específico se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Valores de los tractores clasificados según mínimo consumo energético N_N (potencia en kW)-Cs (consumo específico en g/kWh)

	CIH Puma 130	CIH Puma 145	CIH Puma 160	CIH Puma 170	CIH Puma 200	MF 5465	MF 5475	MF 7619
N_N	92,5	103,5	107,6	112,5	132,0	78,9	86,3	113,0
Csmin	223	215	220	212	214	233	238	215
Clase	B	B	B	B	B	B	C	B
Orden	13º	7º	12º	1º	3º	15º	16º	8º
	MF 7620	MF 7622	MF 7624	NH 7.185	NH 7.200	NH 7.210	NH 7.220	NH 7.250
N_N	121,0	131,8	139,8	96,1	110,3	100,8	112,5	132,0
Csmin	218	214	217	214	216	224	212	214
Clase	B	B	B	A	B	B	B	B
Orden	11º	4º	10º	5º	9º	14º	2º	6º

Todos los tractores se corresponden con la clasificación energética común (B), excepto uno de la clase A (Alta) y otro de la clase C (baja), según puede observarse en la figura 1.

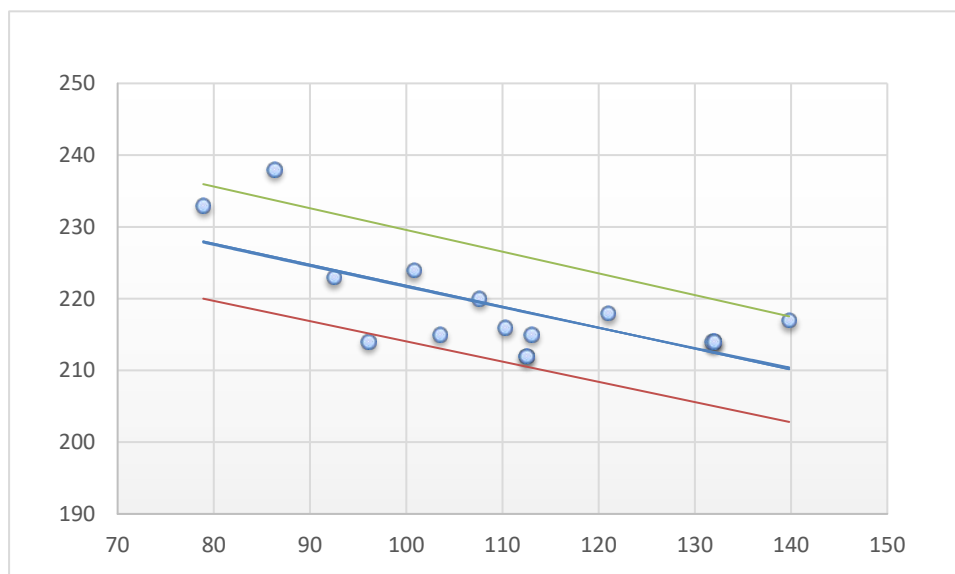


Figura 1. Clasificación energética de tractores según su mínimo consumo específico del motor

3.2. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor por medio del mínimo consumo específico aplicando correcciones debidas a las condiciones atmosféricas.

La clasificación energética considerando la eficiencia del motor por medio del mínimo consumo específico aplicando correcciones debidas a las condiciones atmosféricas se muestra en la tabla 2.

X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA
X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA
3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

Tabla 2. Valores de los tractores clasificados según mínimo consumo energético N_n (potencia en kW)-Cs (consumo específico en g/kWh)

	CIH puma 130	CIH puma 145	CIH puma 160	CIH puma 170	CIH puma 200	MF 5465	MF 5475	MF 7619
N_N	92,5	101,0	108,9	112,4	129,5	77,3	83,9	107,7
Csmin	223	215	220	212	214	233	238	215
Clase	B	B	B	B	B	B	C	B
Orden	13º	7º	12º	1º	3º	15º	16º	8º
	MF 7620	MF 7622	MF 7624	NH 7.185	NH 7.200	NH 7.210	NH 7.220	NH 7.250
N_N	117,1	128,2	135,3	95,1	109,2	103,9	112,3	129,5
Csmin	218	214	217	214	216	224	212	214
Clase	B	B	B	A	B	B	B	B
Orden	11º	4º	10º	5º	9º	14º	2º	6º

3.3. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos de las curvas características del tractor.

La clasificación energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos de las curvas características del tractor se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Valores de los tractores clasificados según mínimo consumo energético N_n (potencia en kW)-Cs (consumo específico en g/kWh)

	CIH puma 130	CIH puma 145	CIH puma 160	CIH puma 170	CIH puma 200	MF 5465	MF 5475	MF 7619
N_N	92,5	103,5	107,6	112,5	132,0	78,9	86,3	113,0
Cs 6 p	255	241	256	247	243	295	291	248
Clase	B	A	B	B	B	C	C	B
Orden	13º	3º	14º	9º	5º	16º	15º	11º
	MF 7620	MF 7622	MF 7624	NH 7.185	NH 7.200	NH 7.210	NH 7.220	NH 7.250
N_N	121,0	131,8	139,8	96,1	110,3	100,8	112,5	132,0
Cs 6 p	245	240	244	241	238	251	247	243
Clase	B	B	C	A	A	B	B	B
Orden	8º	2º	7º	4º	1º	12º	10º	6º

3.4. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos estimados de las curvas características del tractor.

La clasificación energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos estimados de las curvas características del tractor se muestra en la tabla 4.

X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA
X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA
3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

Tabla 4. Valores de los tractores clasificados según mínimo consumo energético N_n (potencia en kW)-Cs (consumo específico en g/kWh)

	CIH puma 130	CIH puma 145	CIH puma 160	CIH puma 170	CIH puma 200	MF 5465	MF 5475	MF 7619
N_n	92,5	103,5	107,6	112,5	132,0	78,9	86,3	113,0
Cj	271	265	280	272	269	316	316	272
Clase	A	A	B	B	B	C	C	B
Orden	10º	4º	3º	11º	8º	16º	15º	12º
	MF 7620	MF 7622	MF 7624	NH 7.185	NH 7.200	NH 7.210	NH 7.220	NH 7.250
N_n	121,0	131,8	139,8	96,1	110,3	100,8	112,5	132,0
Cj	265	263	268	266	257	280	272	269
Clase	B	B	C	A	A	B	B	B
Orden	5º	2º	7º	6º	1º	14º	13º	9º

3.5. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos estimados del tractor considerando la existencia de sistema de gestión usando valores del método 2.2.4.

La clasificación energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos estimados del tractor considerando la existencia de sistema de gestión usando valores del método 2.2.4 se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Valores de los tractores clasificados según mínimo consumo energético N_n (potencia en kW)-Cs (consumo específico en g/kWh)

	CIH Puma 130	CIH puma 145	CIH puma 160	CIH puma 170	CIH puma 200	MF 5465	MF 5475	MF 7619
Tipo de transmisión	Power Shift	Power Shift	CVT	Power Shift	Power Shift	Mecánica	Mecánica	CVT
Cj	271	265	276	272	269	316	316	251
Clase	A	A	B	B	C	C	C	A
Orden	10º	6º	13º	11º	8º	15º	16º	4º
	MF 7620	MF 7622	MF 7624	NH 7.185	NH 7.200	NH 7.210	NH 7.220	NH 7.250
Tipo de transmisión	CVT	CVT	CVT	Semi-powshift	Power Shift	CVT	Semi-powshift	Semi-powshift
Cj	245	243	248	266	257	277	272	269
Clase	A	B	B	A	A	B	B	C
Orden	2º	1º	3º	7º	5º	14º	12º	9º

3.6. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos del tractor considerando la existencia de sistema de gestión usando valores del método 2.2.3.

La clasificación energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos del tractor considerando la existencia de sistema de gestión usando valores del método 2.2.3 se muestra en la tabla 6.

X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA
X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA
3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

Tabla 6. Valores de los tractores clasificados según mínimo consumo energético N_n (potencia en kW)-Cs (consumo específico en g/kWh)

	CIH puma 130	CIH puma 145	CIH puma 160	CIH puma 170	CIH puma 200	MF 5465	MF 5475	MF 7619
Tipo de transmisión	Power Shift	Power Shift	CVT	Power Shift	Power Shift	Mecánica	Mecánica	CVT
Ck	255	241	252	247	243	295	291	232
Clase	B	A	B	B	C	C	C	A
Orden	12º	8º	6º	13º	10º	15º	16º	4º
	MF 7620	MF 7622	MF 7624	NH 7.185	NH 7.200	NH 7.210	NH 7.220	NH 7.250
Tipo de transmisión	CVT	CVT	CVT	Semi-powshift	Power Shift	CVT	Semi-powshift	Semi-powshift
Ck	229	224	228	241	238	249	247	243
Clase	A	B	B	A	A	B	B	C
Orden	3º	1º	2º	9º	7º	5º	14º	11º

3.7. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos estimados del tractor con valores de la eficiencia de la transmisión.

La clasificación energética considerando la eficiencia del motor mediante el consumo específico de combustible en 6 puntos estimados del tractor considerando la eficiencia de la transmisión se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Valores de los tractores clasificados según criterio 3.7 con la N_n (potencia en kW)-Cs (consumo específico en g/kWh)

	CIH puma 130	CIH puma 145	CIH puma 160	CIH puma 170	CIH puma 200	MF 5465	MF 5475	MF 7619
N_N	92,5	103,5	107,6	112,5	132,0	78,9	86,3	113,0
Ckt	288	276	297	272	271	336	333	275
Clase	A	A	C	B	C	C	C	B
Orden	12º	11º	14º	7º	5º	16º	15º	9º
	MF 7620	MF 7622	MF 7624	NH 7.185	NH 7.200	NH 7.210	NH 7.220	NH 7.250
N_N	121,0	131,8	139,8	96,1	110,3	100,8	112,5	132,0
Ckt	261	262	261	270	275	296	272	271
Clase	A	B	C	A	B	B	B	C
Orden	1º	3º	2º	4º	10º	13º	8º	6º

3.8. Eficiencia energética considerando la eficiencia del motor por medio del conjunto del tractor con valores obtenidos del ensayo a la barra

Los valores e índices de los tractores proporcionados por Nebraska [7], ensayados a la barra para distintas marchas al régimen de la potencia máxima proporcionada en el ensayo a la toma de fuerza, y comparados con estos se muestran en la tabla 8. En esta tabla también se muestra algún valor no considerado previsible, para poder observar el grado de desviación que en algún caso se puede producir pues no se encuentra próximo a los intervalos dados en Cs barra. Estos casos si son puntuales no afectan a la bondad del método.

X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA
X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA
3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

Tabla 8. Parámetros de la robustez del Cs (consumo específico en g/kWh) respecto a la N_{\max} (potencia en kW) en los ensayos a la barra

	CIH puma 130	CIH puma 145	CIH puma 160	CIH puma 170	CIH puma 200	MF 5465	MF 5475	MF 7619
Intervalo Cs	0,268	0,254	0,267	0,258	0,251	0,292	0,296	0,270
barra (1)	0,277	0,274	0,275	0,265	0,259	0,302	0,319	0,286
Cs N_{\max} TDF								
(2)	0,227	0,220	0,228	0,217	0,216	0,255	0,254	0,229
Ratio (1)/(2)	1,2	1,2	1,19	1,2	1,18	1,27	1,21	1,21
Valor fuera del intervalo (1)	Estable	Estable	292	282	271	Estable	Estable	Estable
	MF 7620	MF 7622	MF 7624	NH 7.185	NH 7.200	NH 7.210	NH 7.220	NH 7.250
Intervalo Cs	0,269	0,268	0,262	0,247	0,262	0,284	0,258	0,251
barra (1)	0,278	0,272	0,275	0,265	0,273	0,304	0,265	0,259
Cs N_{\max} TDF	0,230	0,227	0,231	0,221	0,219	0,231	0,217	0,216
Ratio (1)/(2)	1,19	1,19	1,16	1,16	1,22	1,27	1,2	1,18
Valor fuera del intervalo (1)	Estable	Estable	288	Estable	Estable	368	Estable	271

Este valor en unas únicas condiciones de funcionamiento del motor, en muchas marchas, y proporcionado por varios ensayos, indica el orden del consumo energético capaz de proporcionar el motor del tractor en condiciones de trabajo en pista y como referencia de los que después se puedan proporcionar en campo. Se puede apreciar como un límite inferior, haciendo notar así mismo por medio del ratio (1)/(2) de la tabla 8, la proporción entre los valores en pista y los ensayados a la toma de fuerza.

Si tomamos la media del intervalo de los valores estables, y sin considerar aquellos que puntualmente se puedan desviar de ese intervalo por la justificación expuesta en metodología, se puede realizar otra clasificación que proporciona los valores y categorías de la tabla 9.

Tabla 9. Valores de los tractores clasificados según criterio 3.8 con N_n (potencia en kW)-Cs (consumo específico en g/kWh)

	CIH puma 130	CIH puma 145	CIH puma 160	CIH puma 170	CIH puma 200	MF 5465	MF 5475	MF 7619
N_N	92,5	103,5	107,6	112,5	132,0	78,9	86,3	113,0
Cts	272	264	271	261	255	297	307	278
Clase	B	A	B	A	B	B	C	B
Orden	11º	6º	10º	4º	1º	15º	16º	13º
	MF 7620	MF 7622	MF 7624	NH 7.185	NH 7.200	NH 7.210	NH 7.220	NH 7.250
N_N	121,0	131,8	139,8	96,1	110,3	100,8	112,5	132,0
Cts	273	270	268	256	267	294	261	256
Clase	B	C	C	A	B	C	A	B
Orden	12º	9º	8º	2º	7º	14º	5º	3º

3.9. Comparación de resultados entre metodologías

Según el estudio de las tablas precedentes se destaca que:

Tractores con idéntica eficiencia energética absoluta (idéntico valor de consumo específico) están clasificados en distinta categoría debido fundamentalmente a la magnitud de potencia que poseen. Por ello se observa que el orden establecido en la tabla 3, según valores de eficiencia energética, no se corresponde con prelación de clases, como se observa en el CIH puma 145 y el MF 7622, que poseyendo un mismo C_s tienen distinta clasificación.

El hecho de que se corrijan los parámetros de los tractores por las condiciones atmosféricas no tiene influencia en la alteración de las clasificaciones debido a que la mayoría de los laboratorios europeos en los que se realizan ensayos OCDE se encuentran en zonas frías y a poca altura sobre el nivel del mar, por lo que las correcciones tienen poca influencia sobre los resultados.

Se produce la alteración de 1 tractor en la clasificación del mismo que pasa del grupo B al A cuando los 6 puntos son conocidos (2.2.3) con respecto a los que necesitan ser estimados (2.2.4).

Los tractores con sistema de gestión se ven mejorados en la clasificación (2.2.5) respecto a los que no la tienen y con respecto a las que arrojan con las de los 6 puntos (2.2.4). La complejidad de los sistemas de gestión, su programación, el tipo de transmisión, y el punto del ensayo del motor ha permitido en estudios realizados encontrar contradicciones sobre la mejora de la clasificación en determinados tractores con sistemas de gestión. La alteración del parámetro de eficiencia de combustible por estos tractores puede hacer desplazar la clasificación de otros de la muestra.

Se producen en torno al 25% de alteraciones en la clasificación de los tractores de la muestra cuando se consideran las transmisiones. Curiosamente esto se da en tractores con transmisión más automáticas. Tractores que mejoraban su clasificación con sistemas de gestión vuelven a perderla con los sistemas de transmisión. Cajas más complejas producen mayores pérdidas de carga, aunque los sistemas de gestión y conducción lleguen a corregir la falta de eficiencia energética.

Tractores que carecen de tecnologías no manifiestan parámetros de eficiencia energética inferiores a los que cuentan con excesiva tecnología.

El 50% de los tractores alteran su clasificación si se compara el método IDEA con respecto al del mínimo consumo específico (2.2.1)

El 25 % de los tractores alteran la clasificación según el método de los 6 puntos (2.2.3) con respecto a la de la tracción en pista.

Un 50% alteran su clasificación considerando el método de la transmisión respecto con la de tracción en pista.

Si se usa la de mínimo consumo específico la mayoría de los tractores están en común B, solo un A y un C. Si es de 6 puntos se reparte más el número de tractores en las distintas clases (tres A y tres C).

Nunca un tractor salta dos niveles de clasificaciones.

Solo dos tractores permanecen estables en todas las clasificaciones.

4. Conclusiones

Resulta complejo el sistema de clasificaciones estudiado y se demuestra la alta sensibilidad que la consideración de parámetros o coeficientes producen, tendiendo a variar las clasificaciones cuando son usados los datos de los ensayos de la OCDE.

X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA
X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA
3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

Referencias

1. Code 2 OCDE standard code for the official testing of agricultural and forestry tractor performance. www.oecd.org/dataoecd/60/39/49526086.pdf. 30/septiembre/2014
2. (Márquez, 2012). Márquez, L., 2012. Tractores agrícolas. Tecnologías y utilización. Blake y Helsey España Editorial.
3. (Agrotécnica, 2013). Marquez, L., 2013. Revista Agrotécnica. Blake y Helsey España Editorial. Junio 2013.
4. (IDAE, 2014). Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía. <http://www.idae.es/index.php/id.82/relnu.340/mod.pags/mem.detalle>. 30/septiembre/2014
5. UNE 68028:2003. Tractores agrícolas. Ensayos de potencia en la toma de fuerza. Factores de corrección.
6. (Gil, 2008). Gil, V. 2008. Eficiencia energética de los tractores agrícolas. Tesis doctoral UPM.
7. (Nebraska, 2014). Nebraska Tractor Test Laboratory – University of Nebraska–Lincoln. <http://tractortestlab.unl.edu/testreports>. 30/septiembre/2014